

УДК 621.867

С. Білик, канд. техн. наук; І. Логуш, канд. техн. наук;
О. Фльонц, канд. техн. наук; В. Солтисюк, канд. техн. наук;
В. Диня, канд. техн. наук

Бережанський агротехнічний інститут національного університету
біоресурсів та природокористування України

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРІЗУВАННЯ ЕЛАСТОМЕРІВ НА МІРНІ ЗАГОТОВКИ

Резюме. Проведено моделювання взаємодії подаючих валків з конвеєрною стрічкою і методики розрахунку параметрів установки для розрізування конвеєрної стрічки на смуги. Наведено спосіб розрізування конвеєрної стрічки з повітряно-крапельним охолодженням і змащенням, що дає значний ефект.

Ключові слова: розрізування еластомерів, технологічний процес, мірні заготовки.

S. Bilyk, I. Logush, O. Flionts, V. Soltysiuk, B. Dynia

THE PECULIARITIES OF CUTTING THE ELASTOMERS INTO DIMENSIONAL WORKPIECES

Summary. Theoretical preconditions of feeding the conveyor belt in the machine-tool cutting section are presented. The calculation scheme of feeding the conveyor belt into the special machine-tool section was developed. The analytical dependences for finding the force of feeding the conveyor belt and the force of friction are presented.

The equations for determining the normal force on the pinch roller are found. The unrolling force, conveyor belt mass, friction force, and structural parameters of feed mechanism greatly effect the normal force. The graphic dependences of the conveyor belt pressing force value on the belt mass and friction coefficients between the supporting rollers are presented. It is found that the normal force of pressing the conveyor belt by pinch rollers is far less while its being fed into the machine-tool as compared while its being fed along the flat surface.

The construction design for cutting the conveyor belt into strips using the air-to-drop cooling is worked out and patented. While feeding the conveyor belt into the cutting section by supply rollers, the compressed air with water drops is supplied from the top of the compressor. The water drops cool the discs being cut and lubricate the complete process of cutting.

As a result of the carried out research it is proved that with the use of air-to-drop cooling and lubricating the cutting force is decreased in 1,5...2,2 times, cutting speed is increased in 2...2,5 times, the stability of cutting knives is increased by 15...25%, requirements for the eco-friendly parameters of environment and the cleanly state of the machine-too are being metl.

Key words: elastomers cutting, tehnological process, dimensional workpiece.

Умовні позначення:

P_n – сила подачі конвеєрної стрічки в зону різання, Н;

$P_{розм}$ – сила розточування конвеєрної стрічки з бухти, Н;

$P_{ін}$ – сила інерції конвеєрної стрічки при розмотуванні з бухти, Н;

F_{T1} – сила тертя стрічки на подаючих роликах, Н;

F_{T2} – сила тертя конвеєрної стрічки на опорному ролику, Н;

n – кількість опорних роликів;

N – нормальна сила притискання конвеєрної стрічки притискним роликом, Н;

f_l – коефіцієнт тертя між притискним роликом і конвеєрною стрічкою;

μ_1 – коефіцієнт тертя ковзання між подаючим роликом і віссю його обертання;
 d – діаметр осі подаючого ролика, мм;
 D – діаметр подаючого ролика, мм;
 G – сила ваги конвеєрної стрічки, Н;
 μ_2 – коефіцієнт тертя ковзання між опорним роликом і віссю його обертання;
 d – діаметр осі опорного ролика, мм;
 D – діаметр опорного ролика, мм;
 m – маса конвеєрної стрічки між бухтою і ножами, кг;
 g – прискорення вільного падіння, м/с²;
 a – прискорення руху стрічки, м/с².

Постановка проблеми. Останнім часом у приводах сільськогосподарських машин (СГМ), підіймально-транспортних та інших стрічкових і пруткових транспортерах замість ланцюгових передач широко застосовуються конвеєрні стрічки, гладкі або з відкритими трапецеподібними виступами для зачеплення з відповідними шліцьовими виступами на приводних валах, що забезпечує передачу обертового руху без пробуксовування та шуму. Промисловість ФРН випускає такі гумово-бавовняні конвеєрні стрічки в рулонах шириною 0,9-2 м, довжиною 50 м і постачає їх в різні країни світу, в тому числі й в Україну.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями теорії та практики визначення конструктивних параметрів елементів механізму подачі конвеєрної стрічки в зону займалося багато науковців [1, 2, 3, 4]. Проте методики розрахунку кожної із конструкцій має свої характерні особливості, особливо розрізування еластомерів з повітряно-крапельним змащенням і охолодженням.

Метою роботи є моделювання процесу захоплення конвеєрної стрічки дисковими ножами з метою визначення сили подачі й відповідно конструктивних параметрів подаючого механізму при повітряно-крапельному змащенні й охолодженні.

Роботу виконано в рамках постанови Кабінету Міністрів України "Про розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення агропромислового комплексу конкурентоспроможною технікою на 2010...2015р."

Реалізація роботи. Динамічна модель подачі гладкої конвеєрної стрічки подаючими роликами в зону різання зображена на рис. 1.

У результаті проведених досліджень встановлено, що сила подачі гладкої конвеєрної стрічки в зону різання по роликових направляючих є значно меншою, ніж при подачі по плоскій поверхні з коефіцієнтами тертя-ковзання. Тому для виведення аналітичних залежностей визначення сили подачі гладкої конвеєрної стрічки в зону різання установки розглянемо розрахункову схему, зображену на рис.1.

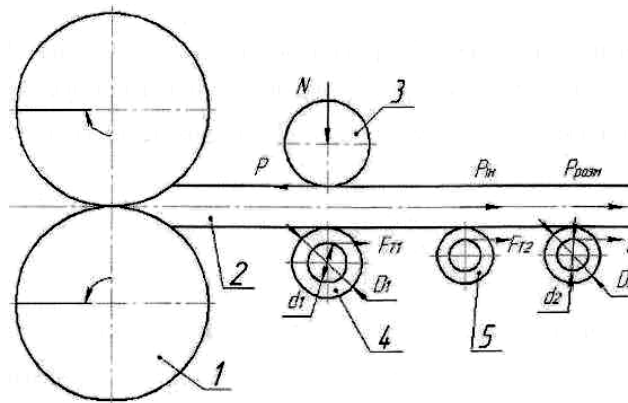


Рисунок 1. Розрахункова схема подачі плоскої конвеєрної стрічки в зону різання:
 1 – блок різальних ножів; 2 – плоска стрічка; 3 – притискний ролик; 4 – подаючий ролик;
 5 – упорний ролик

Figure 1. Analytical model of feeding the conveyor track into the cutting section:

1 – cutting knives bloc; 2 – flat belt; 3 – pinch roller; 4 – feed roller; 5 – supply roller

Рівняння рівноваги подачі конвеєрної стрічки в зону різання має вигляд

$$P_n - P_{розм} - P_{ін} - F_{T1} - nF_{T2} = 0. \quad (1)$$

Силу подачі стрічки в зону різання визначено за відомою формулою

$$P_n = N \cdot f_1. \quad (2)$$

Аналогічно знаходимо силу тертя гладкої КС на подаючому ролику:

$$F_{T1} = N \cdot \mu_1 \frac{d_1}{D_1}. \quad (3)$$

Силу тертя гладкої конвеєрної стрічки на опорному ролику при її подачі в зону різання визначено за залежністю

$$F_{T2} = G \cdot \mu_2 \frac{d_2}{D_2}; \quad G = m \cdot g. \quad (4)$$

Сила інерції руху гладкої конвеєрної стрічки в зону різання є дорівнює

$$P_{ін} = m \cdot a. \quad (5)$$

Підставляючи значення формул (2)–(5) у рівність (1), отримуємо

$$N \left(f_1 - \mu_1 \frac{d_1}{D_1} \right) - P_{розм} - m \left(a + n \cdot g \cdot \mu_2 \frac{d_2}{D_2} \right) = 0. \quad (6)$$

Із рівняння (6) знайдено нормальну силу на притискному ролику для виконання процесу подачі конвеєрної стрічки в зону різання:

$$N \geq \frac{P_{розм} + m(a + n \cdot g \cdot \mu_2 \frac{d_2}{D_2})}{f_1 - \mu_1 \frac{d_1}{D_1}}. \quad (7)$$

Як бачимо із рівняння (7), на величину нормальної сили подачі гладкої КС у зону різання впливає сила розмотування, маса КС у зоні різання, конструктивні параметри та сила тертя.

Отже, для стабільного процесу подачі гладкої конвеєрної стрічки необхідно, щоб виконувалась умова

$$f_1 \geq \mu_1 \cdot \frac{d_1}{D_1}. \quad (8)$$

На основі проведених теоретичних досліджень побудовано графічні залежності нормальної сили притиску гладкої конвеєрної стрічки від маси стрічки та коефіцієнтів тертя між опорними роликами й конвеєрною стрічкою (рис. 2 і 3).

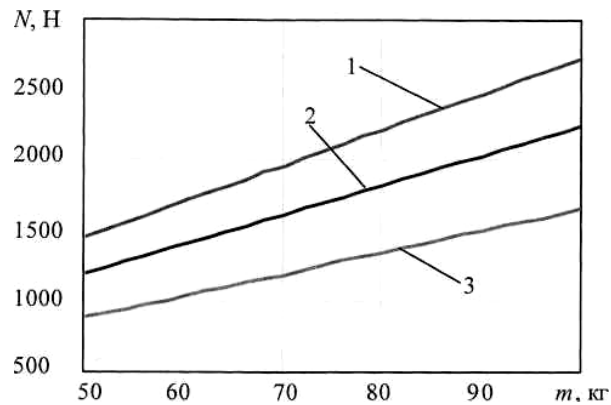


Рисунок 2. Графік залежності нормальної сили притиску ролика від маси стрічки:
1 - $f_1 = 0,5$; 2 - $f_2 = 0,6$; 3 - $f_3 = 0,8$

Figure 2. Graphic dependence of conveyor belt normal pressing force on the friction coefficient

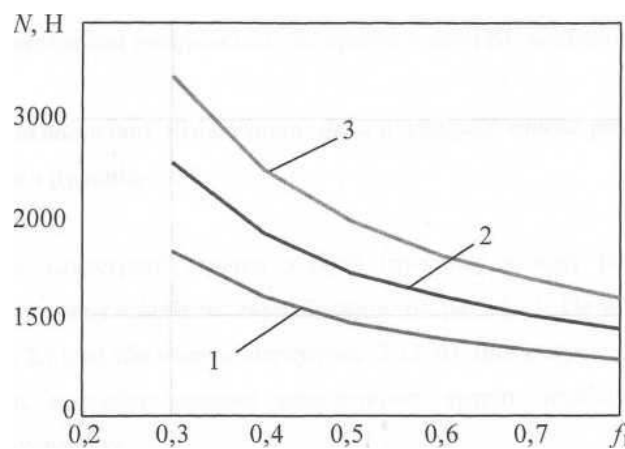


Рисунок 3. Графік залежності нормальної сили притиску КС роликом від коефіцієнта тертя:
1 - $m = 30$ кг; 2 - $m = 50$ кг; 3 - $m = 10$ кг

Figure 3. Graphic dependence of roller normal pressing force on belt mass:

1 - $m = 30$ kg; 2 - $m = 50$ kg; 3 - $m = 10$ kg

Як бачимо з рисунків, сила притиску КС циліндричним роликом при подачі гладкої конвеєрної стрічки в зону різання значною мірою залежить від маси стрічки, коефіцієнта тертя між притискним роликом і стрічкою, а також від коефіцієнта тертя кочення при обертанні направляючих роликів. При цьому для зменшення складової нормальної сили притиску, а, отже, й енерговитрат необхідно збільшити коефіцієнт тертя між стрічкою і роликом за рахунок використання матеріалів роликів із високими фрикційними характеристиками.

Крім цього, слід зменшувати коефіцієнт тертя кочення направляючих роликів відомими способами.

Зростання маси стрічки призводить до зростання нормальної сили притиску ролика, тому розрахунок необхідно проводити для стрічок із максимальними габаритними розмірами. Нормальна сила притиску КС притискним роликом при подачі по роликах значно менша, ніж при подачі по плоскій поверхні, оскільки коефіцієнт тертя кочення значно менший за коефіцієнт тертя ковзання стрічки по плоскій поверхні.

Прогресивна конструкція установки для порізки конвеєрних стрічок на смуги з використанням повітряно-крапельного охолодження і змащування (рис. 4) [5] виконана у вигляді рами 1, на якій встановлено рольганг 2 з опорними роликами 3, що

обертаються в напрямку подачі конвеєрної стрічки 4 в зону різання. Порізка конвеєрної стрічки здійснюється дисковими ножами 5, які заточені під кутом $45\ldots 60^\circ$ і обертаються в напрямку, протилежному руху конвеєрної стрічки 4, а можуть і навпаки. На ріжучі диски 5 у зоні верхніх діаметрів, протилежних від зони різання, здійснюється повітряно-крапельне охолодження і змащення під тиском $0,5\ldots 1,5$ МПа від компресора 7, або заводської системи стисненого повітря і бака 8 з водою по трубці 9 малого діаметра, яка засмоктується стисненим повітрям і попадає на ріжучі ножі.

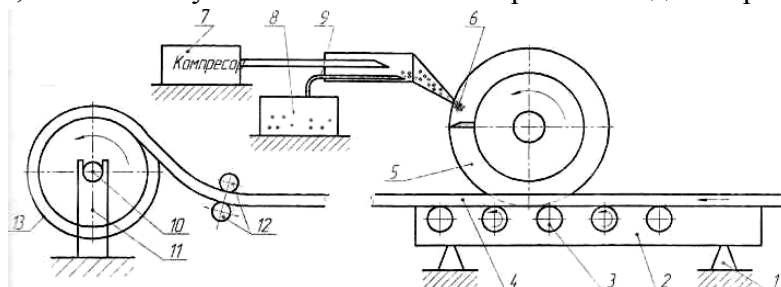


Рисунок 4. Установка для розрізування конвеєрних стрічок на смуги з використанням повітряно-крапельного охолодження і змащення: 1 – рама; 2 – рольганг; 3 – опорні ролики; 4 – конвеєрна стрічка; 5 – дискові ножі; 6 – повітряно-крапельне охолодження і змащування

Figure 4. Installation for cutting the conveyor belt into strips: 1 – frame; 2 – roltang; 3 – pinch rollers; 4 – conveyor belt; 5 – disk knives; 6 – air-to-drop cooling and lubrication

Після нарізування смуг конвеєрна стрічка намотується на вал 10, який встановлено в опору 11 на висоті рольганга відомим способом через направляючі ролики 12 по напрямку руху конвеєрної стрічки в бухти 13.

При цьому сила різання зменшується в 1,5 раза, швидкість різання збільшується у 2 рази, а стійкість ріжучих ножів – на 15 – 25% при дотриманні екологічно чистого навколишнього середовища і не забруднення установки водою.

Спосіб реалізується таким чином. Конвеєрна стрічка 4 подається в зону різання відомими подаючими механізмами по роликах 3 і розрізується дисковими ножами 5, а згори подається стиснене повітря з краплями води, які здійснюють охолодження дисків і змащення процесу різання.

Однак упровадження цього способу стримується додатковим оснащенням установки гідравлічними, пневматичними системами та нагнітачами для подачі повітря й охолоджуючої рідини. Також необхідно використовувати обладнання для очищення використаної рідини з метою повторного її використання.

Після цього смуги конвеєрної стрічки намотуються на вал 10 і в міру намотування бухт 13 вони знімаються і транспортуються в необхідні місця.

Таблиця 1.

Приклад виконання способу порізки конвеєрної стрічки на смуги

№з/п	Конвеєрна стрічка, товщина і ширина (мм)	Швидкість різання без змащення і охолодження (м/хв)	Швидкість різання при змащуванні і охолодженні (м/хв)	Тиск повітря і крапельного зволоження (МПа)
1	8x400	12,54	25	1,0
2	10x500	12,54	25	1,5
3	15x500	12,54	25	1,5

Висновки. Розроблено технологічні передумови подачі конвеєрної стрічки в зону різання верстата для отримання необхідних параметрів мірних заготовок. Визначено силові, технологічні й конструктивні параметри технологічного оснащення й обладнання для їх подачі і розрізування. Розроблено прогресивний спосіб розрізування конвеєрної стрічки на мірні заготовки з використанням повітряно-крапельного змащування і охолодження різальних інструментів, що забезпечило зменшення зусилля різання в 1,8...2,5 раза, збільшення швидкості різання у 2...2,8 раза, а стійкість ріжучих елементів збільшилася на 15...25%, при цьому дотримуються параметри економічно чистого навколишнього середовища і не забруднення установки водою.

Conclusions. Theoretical preconditions for designing the technological equipment for cutting the conveyor belt into strips of the required sizes are developed. The installation for air-to-drop cooling and lubricating the cutting discs is developed. It provides the significant increase of labour efficiency, the decrease of cutting effort, and the environmental protection.

Список використаної літератури

1. Гевко, Б.М. Технологія сільськогосподарського машинобудування [Текст] / Б.М. Гевко, М.І. Пилипець. – К.: Кондор, 2006. – 490 с.
2. Жолобов, О.О. Технологія автоматизованого виробництва [Текст] / О.О. Жолобов, П.П. Мельничук. – Житомир, 2008. – 1015 с.
3. Логущ, І.В. Технологічне забезпечення виготовлення стрічок з зубчатих гумово-кордових рулонних заготовок. [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 04.07.06 / Логущ І.В.; ТДТУ. – Тернопіль, 2006. – 21 с.
4. Фльонц, О.В. Обґрунтування параметрів технологічного процесу виготовлення нарізних пасів [Текст]: автореф. канд. ... техн. наук: 22.10.09 / Фльонц О.В.; ТДТУ. – Тернопіль, 2009 – 21 с.
5. Пат. № 45146 Україна, МПК (2011.01): B23Q 37/00 Спосіб нарізання конвеєрної стрічки на смуги [Текст] / Фльонц О.В.; заявник і патентовласник Фльонц О.В. – № u200707019; заявл. 20.06.07; опубл. 25.12.07, Бюл. № 21, 2007 р.

Отримано 16.11.2012